Untersuchungen
über
schädliche Einwirkungen
auf die
Zahnsubstanz.

Inaugural-Dissertation
verfasst und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Kgl. Bayer. Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der Doktorwürde
vorgelegt von

Ludwig Hartig
aus
Würzburg.

BIBLIOTHEK

Würzburg.
Buchdruckerei Alexander Borst.
1903.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität Würzburg.

Referent: Herr **Prof. Dr. Kunkel.**

Die Frage, was den Zähnen schadet, ist eine so wichtige, dass es sich verlohnt, etwas zu ihrer Lösung beizutragen. Die Natur hat dem Menschen nur einmal Zähne gegeben und deren Festigkeit wird im Laufe der Jahre auf eine harte Probe gestellt. Sie sind aber recht wichtige Organe, deren Erhaltung nicht nur vom kosmetischen, sondern auch vom medizinischen Standpunkt aus wünschenswert erscheint. Beim Fehlen der Zähne wird nämlich auch die Aussprache undeutlich, namentlich die der Zischlaute beim Mangel der vorderen, in hohem Grade aber leidet die Verdauung bei Karies und nach Verlust der Mahlzähne.

Was nun die Schädlichkeiten berifft, denen die Zähne ausgesetzt sind, so sind dieselben sehr verschiedenartige: z. B. rascher Temperaturwechsel, mechanische Insultate — Beissen auf harte Körper —, hier beschäftigen uns nur chemische Schädlichkeiten. Es sollen für unsere Untersuchungen zwei Gruppen von Schädigungen in Betracht kommen, einmal die, welche notwendig mit der eingenommenen Nahrung und durch die Zersetzung der in der Mundhöhle zurückgebliebenen Speisereste den Zähnen zugefügt werden, sodann die, welche durch eine Reihe chemischer der Reinigung der Zähne dienender Mittel zustande kommen.

Die Wirkung der Bakterien im besonderen ist nicht berücksichtigt.

Von der grössten Bedeutung ist selbstverständlich die erste Gruppe. In dieser Hinsicht wurde die Wirkung von Säuren und von Zuckerarten einer Untersuchung unterzogen.

Die Säuren üben einen schwer deletären Einfluss auf die Zahnsubstanz aus. Ja, Professor Scheff in Wien, der Verfasser des bedeutendsten zahnärztlichen Lehrbuchs, macht sie in Uebereinstimmung mit den meisten seiner Fachgenossen hauptsächlich verantwortlich für die Entstehung der Karies überhaupt. Der wichtigste Schaden, den die Zähne zu erleiden haben, besteht in der Lösung der Kalksalze; die wesentlichen Bestandteile der Zahnsubstanz sind eben kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk. Dieselben bedürfen nach Scheff zu ihrer Lösung der Säuren. Die Karies ist nach der heutigen Anschauung ein chemisch-parasitärer Vorgang. Man stellt sich die Entstehung derselben so vor, dass die Säure eine Stelle erweicht, d. h. ihrer Kalksalze beraubt, was namentlich dann leicht geschieht, wenn diese Stelle mangelhaft entwickelt ist, und dass nun durch die Tätigkeit der Bakterien die erweichte Stelle in eine kariöse umgewandelt wird. Nun finden sich in der Mundflüssigkeit, wenn auch nicht fortwährend, Säuren, die teils mit der Nahrung eingeführt werden, teils durch Umsetzung gewisser Nahrungsmittel sich in der Mundhöhle bilden, teils durch Zersetzung der in derselben zurückgebliebenen Speisereste entstehen.

Die erste Versuchsreihe wurde nun rein chematisch so angestellt, dass wir verschiedene Säuren in äquimolekularen Lösungen auf die Zahnsubstanz einwirken liessen. Bei der Anstellung der Versuche gingen wir von der Ansicht aus, dass ein genauer quantitativer Versuch die beste Kontrolle ermögliche. Die Ergebnisse der folgenden Untersuchungen mit Zähnen stützen sich deshalb auf sorgfältig durchgeführte

Wägungen. Die Versuche wurden in folgender Weise vorgenommen: Es wurden Zähne durchsägt, respektive durchmeisselt, gründlich mechanisch gereinigt, darauf einige Stunden in Alkohol gelegt, sodann mit Aether ausgeschüttelt, endlich für etwa 15 Minuten in den Brutschrank bei 60—70 ° C. gelegt und in einen Exsiccator gebracht; dann wurden die Zahnstücke sogleich gewogen und in die betreffenden Lösungen gebracht. Nach der Herausnahme wurden sie mit Wasser abgespült, mit Alkohol, Aether, Hitze und Austrocknen behandelt und wieder gewogen.

Untersucht wurde die Wirkung der Salzsäure, Schwefelsäure, Oxalsäure, Essigsäure und Milchsäure. Die Versuche mit Salzsäure, Schwefelsäure und Oxalsäure wurden mit halbnormaler und einzehntelnormaler Lösung angestellt, die mit Essig- und Milchsäure mit einer 2prozentigen, 3prozentigen und 3promilligen Lösung. Die 3prozentige Lösung von Essigsäure ist die Konzentration des gewöhnlichen Speiseessigs.

Nachdem die betreffenden Lösungen hergestellt waren, wurde in eine jede ein in der oben angegebenen Weise präpariertes Zahnstück gelegt und für die Dauer von 24 Stunden in derselben belassen. Der Uebersichtlichkeit und Einfachheit halber sollen die Ergebnisse der Versuche in einer Tabelle folgen.

Versuche mit:

halbnormale Lösung.	Salzsäure.	Schwefelsäure.	Oxalsäure.
Anfangsgewicht:	0.535 g,	0.81575 g,	0.783 g,
Endgewicht:	0.15 g,	0.802 g,	0.75575 g,
Gewichtsverlust:	0.385 g.	0.01375 g.	0.02725 g.
einzehntelnormale Lösung.			
Anfangsgewicht:	0.72 g,	0.5675 g,	0.714 g,
Endgewicht:	0.621 g,	0.559 g,	0.715 g,
Gewichtsverlust:	0.099 g.	0.0085 g.	—

2 prozentige Lösung.	Essigsäure.	Milchsäure.
Anfangsgewicht:	0.9715 g,	0.353 g,
Endgewicht:	0.889 g,	0.2815 g,
Gewichtsverlust:	0.0825 g.	0.0715 g.

3 prozentige Lösung.		
Anfangsgewicht:	0.66525 g,	0.52 g,
Endgewicht:	0.581 g,	0.43 g,
Gewichtsverlust:	0.08425 g.	0.09 g.

3 prozentige Lösung.		
Anfangsgewicht:	0.817 g,	0.789 g,
Endgewicht:	0.814 g,	0.764 g,
Gewichtsverlust:	0.003 g.	0.025 g.

Die Versuche ergeben natürlich nur eine erste Orientierung, es fällt ihnen nicht eine entscheidend quantitative Bedeutung zu. Massgebend für die Menge dessen, was gelöst wird, ist neben andern Umständen vor allem die Grösse der Oberfläche, auf welche die Säure einwirkt. In dieser Beziehung waren die Untersuchungen nicht alle gleichartig.

Zu dem Versuche mit halbnormaler Salzsäure ist zu bemerken, dass der Zahn in dieser Lösung vollkommen weich und biegsam wurde. Auch die meisten anderen Zahnstücke wurden an der Oberfläche etwas weicher.

Ueberblickt man die Resultate der obigen Untersuchungen, so erkennt man, dass die genannten Säuren mit Ausnahme der einzehntelnormalen Oxalsäure alle und zwar zum Teil sehr energisch die Zahnsubstanz angreifen. Die Schädigung beruht in der Lösung der Kalksalze. Die Hauptbestandteile der Zahnsubstanz sind eben kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk. Wenn die Zähne nun zum Teil so stark in ihrem Gewicht abnehmen, kommen nur diese Hauptbestandteile in Betracht, weil nur sie in den fraglichen

Gewichtsmengen vorhanden sind. Die Gewichtsverluste, welche die obigen Versuche mit Säuren ergaben, sind im ganzen proportioual den Konzentrationen der Lösungen. Ein deutlicher Unterschied aber ist in der Wirkung der verschiedenen Säuren sofort zu erkennen und zwar in dem Sinn, dass diejenigen Säuren viel weniger intensiv kalklösend wirken, die unlösliche Kalkverbindungen liefern, wie die Oxalsäure und die Schwefelsäure, während die Sauren, die lösliche Kalkverbindungen liefern, viel energischer schädigen. So greift die Salzsäure, deren Ca-Satz das leichtest lösliche ist, auch am intensivsten die Zahnsubstanz an. Auch die Essig- und Milchsäure schädigen entsprechend der guten Löslichkeit des essig- und milchsauren Kalksalzes recht bedeutend. Man kann sich die Tatsache der verschiedenen Wirkung der einzelnen Säuren auf die Zahnsubstanz am einfachsten so zurechtlegen, dass die gebildete unlösliche Ca-Verbindung am Zahn liegen bleibt und so den Angriff der weiteren freien Säure verhindert.

Entsprechend dem Verhalten der freien Säuren müssen natürlich auch saure Salze, wie z. β. Alaun, auf die Zahnsubstanz zerstörend wirken.

Man könnte nun einwenden, dass die vorliegende Untersuchung die Wirkung der Säuren auf den Schmelz allein unberücksichtigt gelassen. Dem ist nun zu erwidern, dass die Karies gerade das Zahnbein häufiger als den Schmelz ergreift, dass ausserdem in dem letzteren oft genug defekte Stellen sich vorfinden, von denen aus dann die Karies sich entwickelt, dass ferner der Zahn in der Mundhöhle sehr häufig nicht vollkommen vom Schmelz überzogen ist, sondern das Collum dentis am Zahnfleischrand frei zu Tage tritt und sich auch hier mit Vorliebe die Karies entwickelt. A priori ist übrigens wohl anzunehmen, dass auch der Schmelz von den Säuren angegriffen wird. Denn Schmelz und Dentin unterscheiden sich nur quantitativ in ihrer Zusammensetzung. Nach Hoppe-Seyler enthalt das Dentin: organische Substanzen 27.70 %, Caliumphosphatkarbonat 72.06 %,

Magnesiumphosphat 0.75 %; der Schmelz: organische Substanzen 3.60 %, Calciumphosphatkarbonat 96.00 %, Magnesiumphosphat 1.05 %. Der Schmelz besitzt in der Hauptsache einen bedeutenderen Kalkreichtum.

Die vorliegenden Versuche haben also wieder gezeigt, welch' schädlichen Einfluss die Säuren auf die Zähne ausüben. Denn wenn auch für den lebenden Zahn Säuren von solcher Konzentration und solcher Beschaffenheit, wie sie zum Teil bei diesen Unterzuchungen Anwendung fanden, nicht in Betracht kommen, so genügt doch im Prinzip die Erkenntnis der Schädlichkeit dieser Substanzen überhaupt. Wenn auch die lebenden Zähne nicht fortwährend mit den Säuren in Berührung stehen, so bringen diese doch im Laufe der Jahre eine beträchtliche Schädigung hervor. Wenn in 24 Stunden eine 3prozentige Lösung von Essigsäure bei einem Zahn von etwa 0.66 g durch Kalklösung einen Gewichtsverlust von 0.08 g hervorruft, oder eine 3prozentige Lösung von Milchsaure in derselben Zeit bei einem Zahn von 0.52 g einen Gewichtsverlust von 0.06 g, so kann man wohl ahnen, wie im Laufe der Jahre durch diese Säurewirkung die Zähne beeinflusst werden.

Es bleibt also keine andere Annahme übrig als die, dass die an den Zähnen beständig von aussen gesetzten Beschädigungen durch innere Wachtums- und Ernährungs-Vorgänge kontinuierlich wieder ausgeglichen werden.

Ueber den Anteil, den die verschiedenen organischen Substanzen durch Gährung der in der Mundhöhle zurückgebliebenen Speisereste an der Bildung von Säuren nehmen, hat Professor W. D. Miller in Berlin eine Reihe von Versuchen angestellt, durch welche er zu dem Schlusse gelangte, dass das weitaus grösste Kontingent zur Säurebildung die Kohlehydrate, und unter diesen wieder die Stärkearten stellen, während Eiweiss und Fett nur minimale Mengen resp. keine Säuren in der Mundhöhle bilden. Die Untersuchung wurde in der Weise vorgenommen, dass 4 ccm frischen Speichels mit 0.5 g des zu prüfenden Nährmittels

vermengt wurden, und die Reaktion, sowie die Quantität freier Säuren nach Ablauf einer bestimmten Zeit gemessen wurde.

Eine zweite Gruppe von Stoffen, die von uns hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Zahnsubstanz untersucht wurde, sind verschiedene Zuckerarten. Diese Prüfungen sind deshalb nicht ohne Interesse, weil bekannt ist, dass Kinder, die viel Zucker essen, und Zuckerbäcker regelmässig kariöse Zähne haben. Man spricht von „Konditorenzähnen". Es liegt ja die Erklärung nahe, dass es sich um eine Säurewirkung handelt, indem der Zucker in Milchsäure umgesetzt wird. Es ist aber auch denkbar, dass der Zucker als solcher die schädliche Wirkung ausübt, indem er die Kalkverbindungen der Zahnsubstanz in Lösung bringt.

Um nun über den Einfluss des Zuckers auf die Zähne näheres zu erfahren, wurden Zahnstücke mit verschiedenen Zuckerlösungen in Berührung gebracht. Es wurden Untersuchungen vorgenommen mit. Traubenzucker, Rohrzucker und Milchzucker, und zwar einmal mit einer 20prozentigen, dann mit einer 5prozentigen Lösung. Die Zähne wurden der Wirkung derselben 24 Stunden ausgesetzt. Die Versuche wurden analog den oben angegebenen ausgeführt. Die Zähne wurden in der nämlichen Weise wie bei diesen früheren Proben behandelt.

Die Resultate der Versuche sollen wieder in einer Tabelle folgen.

Versuche mit:

20 prozent. Lösung.	Traubenzucker.		Rohrzucker.	Milchzucker.	
Anfangsgewicht:	0.794 g		0.8545 g	0.704 g	
Endgewicht:	0.7575 g		0.8265 g	0·6715 g	
Gewichtsverlust:	0.0365 g		0.028 g	0.0325 g	
5 prozent. Lösung.					
Anfangsgewicht:	0.817 g	0.4555 g	0.4855 g	0.271 g	0.737 g
Endgewicht:	0.813 g	0.4525 g	0.483 g	0.2675 g	0.731 g
Gewichtsverlust:	0.004 g	0.003 g	0.0025 g	0.0035 g	0.006 g

In den verschiedenen Zuckerlösungen nehmen die Zahnstücke somit alle von ihrem ursprünglichen Gewicht ab. Der Gewichtsverlust in der 20 prozentigen und in der 5 prozentigen Lösung steht im ganzen im Verhältnis zur Konzentration. Die Versuche beweisen, dass der Zucker als solcher einen schädigenden Einfluss auf die Zähne ausübt, ohne erst die Umsetzung in Milchsäure erfahren zu müssen. Sie sprechen für eine kalklösende Wirkung des Zuckers auf die Zahnsubstanz.

Die Kalksalze in derselben sind bekanntlich kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk. Ueber die Einwirkung des Zuckers auf diese beiden Salze im allgemeinen wurden nun folgende Proben angestellt.

Es wurden zu einer 10 prozentigen Traubenzuckerlösung einige Gramm kohlensauren Kalkes zugesetzt, diese Mischung dann längere Zeit geschüttelt und abfiltriert. Zu dem Filtrat wurden einige Tropfen Essigsäure und Oxalsäure gegeben. Darauf konnte eine leichte Trübung von Calciumoxalat nachgewiesen werden.

Ferner wurden zu einer 10 prozentigen Traubenzuckerlösung einige Gramm phosphorsauren Kalk zugesetzt, diese Mischung wieder geschüttelt und abfiltriert. Zu dem Filtrat wurden auch wieder einige Tropfen Essig- und Oxalsäure gegeben. Diesmal konnte eine Trübung nicht konstatiert werden. Diese entstand auch nicht nach 24 stündiger Einwirkung der Zuckerlösung auf den phosphorsauren Kalk.

Die Ergebnisse dieser Proben führen nun zu der Annahme, dass durch die Zuckerlösung der kohlensaure Kalk — das leichter lösliche Kochsalz — gelöst wird, während eine Einwirkung auf den phosphorsauren Kalk, in den chematischen Versuchen wenigstens nicht nachgewiesen werden konnte.

Der schädlichen, kalklösenden Wirkung des Zuckers wird man eine grosse Bedeutung für die Zähne zuschreiben, wenn man bedenkt, dass beim Genuss von Zuckerar

meist kleine Stückchen in den Rententionsstellen zwischen und auf den Zähnen liegen bleiben und so der Zucker in recht konzentrierter Lösung einwirkt.

Neben dem Einfluss des Zuckers als solchen kommt natürlich auch die Säurewirkung in Betracht, indem der Zucker in der Mundhöhle in Milchsäure umgesetzt wird.

Diese Schädigung ist schon früher besprochen worden.

Abgesehen von den notwendigerweise mit der Nahrung eingeführten Schädlichkeiten drohen den Zähnen noch Gefahren von verschiedenen, zur Mundreinigung dienenden Mitteln. Es wurde eine Anzahl chemischer Substanzen, die zur Desinfektion und Reinigung der Mundhöhle Anwendung finden, in ihrem Einfluss auf die Zahnsubstanz geprüft. Zu dem Zwecke wurden verschiedene den früher angegebenen analoge Versuche angestellt und zwar mit Borsäure, Thymol, Menthol, chlorsaurem Kalium, Salicylsäure, Benzoesäure, Salol Odol und Saccharin. Die Zähne, resp. Zahnstücke wurden in derselben Weise wie früher präpariert.

Versuch mit Borsäure.

Es wurde ein Zahnstück für 48 Stunden in eine 4 prozentische Borsäurelösung gelegt. Das ursprüngliche Gewicht des Zahnes betrug 1.06 g, das Endgewicht ebenfalls 1.06 g. Nach der Herausnahme war das Zahnstück wie bei den früheren Versuchen abgespült, mit Alkohol und Aether ausgeschüttelt und der Hitze des Brutschrankes für 15 Minuten ausgesetzt worden. Borsäure greift die Zahnsubstanz nicht an.

Versuch mit Thymol.

Es wurde in eine Lösung von 2 g Thymol auf 25 g Alkohol ein Zahnstück für 48 Stunden gelegt. Das Anfangsgewicht betrug 0.9665, das Endgewicht ebenfalls 0.9675.

Der Zahn hatte also sein Gewicht vollkommen beibehalten. Auch äusserlich war nichts abnormes, wie leichteres Abschaben, wahrnehmbar.

Versuch mit Menthol.

Es wurde in eine Lösung von 1 g Menthol auf 12 g Alkohol ein halbierter Zahn für 48 Stunden gelegt. Das Anfangsgewicht betrug 0.7385 g, das Endgewicht ebenfalls 0.7385 g.

Das Menthol verursacht also ebenfalls keinen Gewichtsverlust der Zähne. Es wird bekanntlich zu einer Reihe von Zahnreinigungsmitteln als Geschmackskorrigenz zugesetzt.

Versuch mit chlorsaurem Kalium.

Es wurde ein Zahn der Wirkung einer 4prozentigen wässerigen Lösung von Kali chloricum ausgesetzt.

Der Versuch wurde analog den früheren durchgeführt. Die Dauer betrug ebenfalls 48 Stunden. Bei Beginn wog der Zahn 1.286 g, nach Beendigung ebenfalls 1.286 g. Der Zahn behielt also auch sein Gewicht vollkommen bei.

Ist nun den genannten Mitteln eine schädliche, kalklösende Wirkung auf die Zahnsubstanz nicht zuzuschreiben, so muss dies bei den folgenden getan werden.

Die Untersuchungen haben deshalb Wert, weil die Salicylsäure, und die ihr verwandte Benzoesäure, das Salol und Sacharin noch viel bei Mundwässern Verwendung finden. Auch das verbreitete Odol enthält als Antisepticum Salicylsäure.

Versuche mit Salicylsäure.

Es wurden Untersuchungen angestellt mit Salicylsäure als Streupulver, mit gesättigt wässeriger und mit alkoholischer Lösung, sowie mit salicylsaurem Natrium.

Die Versuche sind wie die übrigen quantative und stützen sich auf Wägungen.

Versuche mit Salicylsäure als Streupulver.

Es wurden Zahnstücke, wie früher angegeben, vorbereitet, gewogen, mit Wasser befeuchtet, darauf mit Acidum salicylicum bestreut. Die Zahnstücke blieben 48 Stunden bei 37° C. stehen. Es wurden drei Untersuchungen angestellt. Das Ergebnis war folgendes:

Ursprüngliches Gewicht:	0.308 g	0.3595 g	0.182 g
Endgewicht:	0.3005 g	0.3505 g	0.1725 g
Gewichtsverlust:	0.007 g	0.005 g	0.0105 g

Die Zähne verlieren also durch freie Salicylsäure als Streupulver merklich von ihrem Gewicht. Ein Gewichtsverlust von 7 Milligramm bis zu einem Zentigramm bei einem ursprünglichen Gewicht von etwa 3 Dezigramm ist schon sehr bedeutend. Zugleich erscheinen die Zahnstücke in ihrer oberflächlichen Schichte leichter schabbar, und zwar nicht nur das Dentin, sondern auch der Schmelz.

Salicylsäure als Streupulver wirkt intensiv kalklösend auf die Zähne.

Versuch mit gesättigt wässeriger Lösung von Salicylsäure.

Es wurde eine solche Lösung hergestellt. Die Löslichkeit der Salicylsäure in Wasser ist bekanntlich sehr gering. Nicht ganz 3 Teile Salicylsäure sind in 1000 Teilen Wasser bei etwa 37° löslich. In eine solche Mischung wurde ein Zahnstück für 48 Stunden bei 37° C. gebracht.

Vor dem Einlegen wog das Zahnstück 0.5255 g,
nach der Herausnahme 0.518 g,
hatte also einen Gewichtsverlust von 0.0075 g
erlitten.

Auch die gesättigt wässerige Lösung von Salicylsäure greift die Zahnsubstanz energisch an.

Versuche mit alkoholischer Lösung von Salicylsäure.

Es wurde eine Mischung von 2 g Salicylsäure auf 50 g Alkohol hergestellt und derselben Zahnstücke für 48 Stunden bei 37° ausgesetzt. Es wurden Untersuchungen mit einem halbierten, mit einem ganzen Zahn, mit Emailbrocken und mit Dentinbrocken vorgenommen. Die Emailbrocken bestanden allerdings nicht vollständig aus Schmelz. Derselbe wurde abgesägt und abgemeisselt, so gut es ging.

Die Ergebnisse der Untersuchungen waren folgende:

	Ganzer Zahn	halbierter Zahn	Email-brocken	Dentin-brocken
Ursprüngliches Gewicht:	0.956 g	1.170 g	0.232 g	0.504 g
Endgewicht:	0.909 g	1.094 g	0.229 g	0.4495 g
Gewichtsverlust:	0.047 g	0.076 g	0.003 g	0.0545 g

Uebersieht man diese Ergebnisse, so erkennt man, dass sowohl Schmelz wie Zahnbein von der alkoholischen Salicylsäurelösung sehr energisch angegriffen werden, das Dentin erklärlicher Weise noch mehr als der Schmelz.

Nach den vorliegenden Untersuchungen übt die freie Salicylsäure in jeder Form der Anwendung einen schwer schädigenden Einfluss auf die Zahnsubstanz im Sinne der Lösung der Kalksalze aus. Eine weitere Erwägung über die chemische Einwirkung der freien Salicylsäure auf das Calcium der Zahnsubstanz wird später bei der Untersuchung über das salicylsaure Natron folgen.

Nun ist in Kritiken über Zahnreinigungsmittel, in denen Salicylsäure enthalten ist, behauptet worden, diese übe deswegen keinen schädlichen Einfluss auf die Zahnsubstanz aus, weil sie in der Mundhöhle nach der Einwirkung auf die Bakterien und Gährungsprodukte durch die eiweisshaltige

Mundflüssigkeit wieder gebunden und so in ihrer Schädigung der Zahnsubstanz gehindert wurde. Um diese Behauptung zu prüfen, wurden folgende Versuche vorgenommen.

Es wurde Speichel und Eiweisswasser mit gesättigt wässeriger Salicylsäurelösung versetzt, filtriert, das Filtrat darauf mit Eisenchloridlösung auf Salicylsäure untersucht. Die gesättigt wässerige Salicylsäurelösung enthält bekanntlich relativ sehr wenig Säure, in 1 ccm nicht ganz 2 mg.

Versuche:

Zu 10 ccm Speichel wurde 1 ccm gesättigt wässerige Salicylsäurelösung zugesetzt und filtriert; im Filtrat wurde mit Eisenchlorid Salicylsäure nachgewiesen; es entstand Violettfärbung.

27 ccm Eiweisswasser wurden mit 1 ccm Salicylsäurelösung vermengt; mit Eisenchlorid entstand weder Trübung noch Violettfärbung.

Das Eiweisswasser war aus Eiweiss und Wasser zu gleichen Teilen gemischt.

Zur Kontrolle:

27 ccm Wasser wurden mit 1 ccm Salicylsäurelösung vermengt; mit Eisenchlorid entstand typische Violettfärbung.

20 ccm Eiweisswasser wurden mit 4 ccm Salicylsäurelösung versetzt. Mit Eisenchlorid konnte keine Violettfärbung nachgewiesen werden.

20 ccm Eiweisswasser wurden mit 4 ccm Salicylsäurelösung versetzt; mit Eisenchlorid entstand Violettfärbung.

Die Ergebnisse dieser Versuche lehren, dass die Salicylsäure von der Speichelflüssigkeit gar nicht, von Eiweisswasser zwar in geringen Mengen gebunden wird, in nennenswerter Quantität aber nicht. Man muss bedenken, dass die Versuche mit gesättigt wässeriger Salicylsäurelösung angestellt wurden, so dass auf 1 ccm derselben weniger als 0.002 g Salicylsäure kommt. Man darf sich also nicht von der Hoffnung, dass die freie Salicylsäure von

der Mundflüssigkeit gebunden wurde, zu dem Gebrauch des Mittels verleiten lassen. Wir müssen daran festhalten, dass die Salicylsäure ein unbedingt schädliches Mittel zur Mund- und Zahnreinigung darstellt.

Ueber diesen Punkt wurden vor etwa dreissig Jahren schon Aufklärungen gegeben. Professor Köster hat durch Salicylsäure Knochen dekalziniert. Dr. von Mosengeil in Bonn hat im Jahre 1876 Experimente über die Wirkung von Salicylsäure auf gesunde und kariöse Zähne mitgeteilt. Von Mosengeil stellte an kariösen Zähnen die Untersuchungen so an, dass er die erkrankte Höhle ausräumte bis zu gesunder Wand, darauf Salicylsäure einfüllte und mit einer fest verschliessenden Substanz tamponierte. Nach der Wiedereröffnung, nach 24 Stunden, konnte er an der vorher aus gesunder Substanz bestehenden Höhlenwandung eine mürbe in weissem Staub abkratzbare Schicht abschaben. Ferner stellte von Mosengeil Experimente an den gesunden Zähnen eines Hundes an. Er bohrte Höhlungen in die Zahnsubstanz und füllte diese wieder mit Salicylsäure teils in Substanz, teils als Paste aus. An mehreren Stellen war die Wandung dieser Hohlräume ebenfalls mürbe geworden, bis etwa zur Dicke von Schreibpapier.

Die Wirkung der freien Salicylsäure liegt nach all' den angeführten Versuchen klar vor Augen.

Interessant ist das Ergebnis der Untersuchungen über den Einfluss des salicylsauren Natriums auf die Zahnsubstanz. Während die freie Salicylsäure in jeder Form ihrer Anwendung einen bedeutenden Gewichtsverlust der Zähne durch Lösung der Kalksalze zur Folge hat, nehmen die Zähne durch Einwirkung des salicylsauren Natriums an Gewicht zu.

Es lehren dies die folgenden Versuche:

Es wird eine 4 prozentige Lösung von Natrium salicylicum hergestellt, Zähne, resp. Zahnstücke in der bekannten Weise vorbereitet, gewogen und für 24 resp. 36 Stunden in

der Lösung belassen. Darauf wurden die Zahnstücke abgewaschen, mit Alkohol und Aether ausgeschüttelt, für 15 Minuten bei 70° in den Brutofen gelegt, darauf in einen Exsiccator gebracht und wieder gewogen.

Die folgende Tabelle soll die Ergebnisse der Versuche registrieren.

Versuche:					
Ursprüngl. Gewicht:	0.825 g	0.645 g	0.7592 g	0.363 g	0.2465 g
Endgewicht:	0.853 g	0.647 g	0.7985 g	0.378 g	0.2495 g
Gewichtszunahme:	0.028 g	0.002 g	0.0393 g	0.015 g	0.003 g

Ferner wurde eine Paste von salicylsaurem Natrium hergestellt und in diese ein Zahnstück für 24 Stunden gelegt.

Ursprüngliches Gewicht:	0.2085 g
Endgewicht:	0.214 g
Gewichtszunahme:	0.0075 g

Es ist nun die Frage zu erörtern, worauf diese Gewichtszunahme zurückzuführen ist. Man kann einmal annehmen, dass die Zähne durch das Wasser der Lösung aufzuquellen, dann aber auch, dass das salicylsaure Natrium mit der Zahnsubstanz (dem Ca) eine eigene Verbindung eingeht.

Um zunächst die Annahme, dass die Zähne durch Wasseraufnahme etwa zur Quellung kämen, auf ihre Richtigkeit zu prüfen, wurde folgender Versuch ausgeführt. Es wurden Zahnstücke in der bekannten Weise gereinigt, getrocknet, gewogen, dann für 24 Stunden in Wasser gelegt. Darauf wurden sie wieder getrocknet und gewogen. Vor dem Einlegen in Wasser wogen die Zahnstücke 0.485 und 0.47 g, nach der Herausnahme ebenfalls 0.485 und 0.47 g.

Die Zähne quellen also nicht durch Wasseraufnahme.

Es bleibt also nur die andere Annahme, dass das Natrium salicylicum mit dem Calcium der Zahnsubstanz eine Verbindung eingeht, mit andern Worten, dass salicyl-

saures Calcium gebildet, das in der Zahnsubstanz liegen bleibt.

Zur Beurteilung dieser Frage sollen folgende Erwägungen dienen.

Die Salicylsäure bildet mit $Ca(OH)_2$ zwei Salze, das basische

$$Ca \begin{matrix} OH \\ OCOC_6H_4OH \end{matrix}$$

und das neutrale

$$Ca \begin{matrix} OCOC_6H_4OH \\ OCOC_6H_4OH \end{matrix}$$

Wenn die Salicylsäure in der Menge überwiegt, wird das neutrale, wenn das Calcium überwiegt, das basische Salz gebildet. Das basische Salz ist in Wasser fast unlöslich, das neutrale sehr leicht löslich.

Die Gewichtsveränderungen der Zähne einerseits durch freie Salicylsäure, andererseits durch das salicylsaure Natrium, legen nun die Annahme nahe, dass mit der freien Salicylsäure das lösliche Kalksalz, mit dem salicylsauren Natrium das unlösliche entsteht. Die Bildung des löslichen Kalksalzes bedingt den Gewichtsverlust, die Bildung des unlöslichen Kalksalzes die Gewichtszunahme.

Es folgt der weitere Schluss, dass, wenn durch das salicylsaure Natrium das unlösliche, basische salicylsaure Calcium gebildet wird, im Zahn Salicylsäure abgelagert sein muss. Es wurde deshalb von den in salicylsaurem Natron gelegenen Zähnen eine kleine Menge abgeschabt und in ein Reagenzglas mit Wasser geschüttet; darauf wurden 2 Tropfen Phosphorsäure zugesetzt. Die Flüssigkeit wurde darauf mit Aether ausgeschüttelt; endlich mit Eisenchlorid die Salicylsäurereaktion angestellt. Diese fiel nun aber nicht positiv aus. Es konnte nur eine leicht blass-rose Verfärbung konstatiert werden. Mit Sicherheit konnte also die Salicylsäure in der Zahnsubstanz nicht nachgewiesen werden. Doch spricht dieses negative Resultat noch nicht direkt gegen die

Annahme. Vielleicht ist es möglich, mit noch empfindlicheren Proben die Salicylsäure nachzuweisen. Ein definitives Urteil über die Wirkung des salicylsauren Natrons auf die Zahnsubstanz abzugeben, ist nach den angestellten Versuchen nicht möglich. Am einfachsten und naheliegendsten ist die Gewichtszunahme durch die Bildung des basischen salicylsauren Calciums zu erklären.

Versuch mit Benzoesäure.

Es wurde ein halbierter, gereinigter und getrockneter Zahn gewogen, darauf in eine Lösung von 2 g Benzoesäure auf 50 g Alkohol für die Dauer von 48 Stunden gelegt.

Vor dem Einlegen wog der Zahn 0.5975 g
nach der Herausnahme 0.589 g
hatte also einen Gewichtsverlust von 0.0085 g
erlitten.

Versuch mit Salol.

Ein halbierter Zahn wurde für die Dauer von 24 Stunden der Wirkung einer Lösung von 2 g Salol in 50 g Alkohol ausgesetzt.

Ursprüngliches Gewicht: 1.149 g
Endgewicht: 1.129 g
Gewichtsverlust: 0.02 g

Versuch mit Odol.

Ein ganzer Zahn wurde 24 Stunden in Odol gelegt.

Ursprüngliches Gewicht: 0.5245 g
Endgewicht: 0.514 g
Gewichtsverlust: 0.0105 g

Versuch mit Saccharin.

Ein Zahnstück wurde für die Dauer von 48 Stunden in eine Lösung von 1 g Saccharin auf 25 g Alkohol gelegt.

Ursprüngliches Gewicht:	0.387 g
Endgewicht:	0.305 g
Gewichtsverlust:	0.082 g

Benzoesäure, Salol, Saccharin, Odol greifen also alle die Zahnsubstanz ähnlich der freien Salicylsäure an.

Dass auch das Odol eine schädigende, kalklösende Einwirkung auf die Zahnsubstanz ausübt, ist sehr erklärlich. Odol enthält Salicylsäure, wahrscheinlich in Form von Salicylsäure-Anhydrit, welches also für sich schon eine kalklösende Wirkung entfaltet.

Zum Schlusse ist es mir noch eine angenehme Pflicht, Herrn

Professor Dr. Kunkel

für die gefällige Ueberlassung des Themas und die gütige Unterstützung bei der Anfertigung der Arbeit meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Literaturverzeichnis.

Julius Scheff, Lehrbuch der Zahnheilkunde. 1884.

W. D. Miller, Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde. Leipzig. 1898.

Deutsche medizinische Wochenschrift, Jahrgang 1876, Seite 370.

Lebenslauf.

Ich, Ludwig Hartig, bayerischer Staatsangehörigkeit, bin geboren am 5. Dezember 1877 zu Würzburg als Sohn des † Getreidehändlers Karl Hartig in Würzburg. Nach Besuch der Volksschule und des neuen Gymnasiums meiner Heimatstadt erwarb ich mir am 14. Juli 1897 das Reifezeugnis und bezog im Oktober 1897 die Universität zu Würzburg, der ich bis zur Beendigung meiner Studien angehörte. Der ärztlichen Staatsprüfung unterzog ich mich in Würzburg und wurde am 15. Juli 1903 als Arzt approbiert. Vorstehende Dissertation habe ich unter Leitung des Herrn Professors Dr. Kunkel verfasst.